

Justus Liebig und das Haushalten mit Energie*

Einleitung

Die nachhaltige Verbindung, die den hervorragenden Wissenschaftler und bedeutenden Chemiker Justus Liebig (1803–1873) (Abb. 1) zur Thematik der Energieerhaltung – und damit auch zum Energiehaushalt von Prozessen – auszeichnet, kann nicht deutlicher nachvollzogen werden, als es aus dem Manuskript Liebigs hervorgeht, das er für seinen Vortrag „Über die Metamorphose der Kräfte“ anfertigt. Dieser Vortrag bildet den vielfach diskutierten und weithin beachteten Abschluß der sogenannten Abendvorlesungen des Chemikers, die er in seiner Münchener Zeit (ab 1857) vor wissenschaftlichem und aristokratischem Auditorium hält (30.3. 1858). Zitate aus den vorhandenen handschriftlichen Aufzeichnungen Justus Liebigs belegen dies: „Eine Kraft ist eine Ursache; wenn sie ihre Wirkung hervorbringt, so ist die Wirkung gleich der Ursache. Wenn die Wirkung wieder eine Wirkung hervorbringt, also als eine neue Ursache auftritt, so ist auch die neue Wirkung gleich der neuen Ursache. Wenn die Bewegung in einer Maschine durch Reibung vernichtet wird, so wird die Kraft nicht vernichtet; die Kraft verwandelt sich in Wärme.“ Liebig illustriert seine Veranstaltungen immer mit plakativen Beispielen, so auch hier: „Um einen 10 Pfund schweren Hammer einen Fuß hoch zu heben, mußten notwendigerweise 10 Pfund Wasser ein Fuß hoch auf die Schaufeln fallen. Es war also eigentlich das Wassergewicht, vermittelt durch den

Hammer, welches die Wärme hervorgebracht hat. In besonderen zu diesem Zwecke angestellten Versuchen hat sich ergeben, daß 13 500 Hammerschläge eines 10pfündigen Hammers, welche auf die Stange 1 Fuß fallen, eine Wärmemenge erzeugen, wodurch 1 Pfund Wasser zum Sieden, gleich 100°, gebracht wird.“ Und weiter: „Dieses Verhältnis ist ganz allgemein.“

Stellt man mit näherungsweise angenommenen Umrechnungsfaktoren die Angaben Lie-



Abb. 1: Justus Liebig (1803–1873)

* Antrittsvorlesung, gehalten am 9.11. 1993 an der Justus-Liebig-Universität Gießen

bigs auf heutige SI-Einheiten um, so ergibt sich bei einem Aufwand von ca. 220 kJ ein Nutzen von ca. 170 kJ, entsprechend einem thermischen Wirkungsgrad von 77%. Die fundamentale Aussage Liebigs besteht jedoch weniger in den Zahlenangaben als in der Erkenntnis, daß von einem konstanten Verhältnis zwischen verschiedenen Energieformen auszugehen ist. Diese Aussage ist um so höher zu bewerten als es damals nicht möglich war, eine *vollständige* Energiebilanz unter Quantifizierung aller Terme, insbesondere auch der Reibungsenergie aufzustellen.

Woher stammen Liebigs Aussagen? Was bringt den Chemiker zu diesen im Prinzip nach wie vor gültigen thermodynamischen Kenntnissen? Wie sieht der Energiehaushalt jener Zeit im Vergleich zu heute aus und welche Schlußfolgerungen lassen sich daraus ziehen?

Um diese Fragen zu beantworten, ist es erforderlich, in die Gießener Zeit (1824–1852) Justus Liebig zurückzugehen. Hier haben die in München 1858 in der oben angesprochenen Abendvorlesung zusammengefaßten Aussagen zur Energieerhaltung ihre Wurzeln, hier sind die zugehörigen Erkenntnisse gewonnen und formuliert worden.

Das wissenschaftlich-technische Umfeld

Verfolgt man die Wissenschaftshistorie aus dem Blickwinkel der Formulierung des Gesetzes zur Energieerhaltung, so läßt sich unschwer feststellen, daß gerade zu jener Zeit – seit Ende des 18ten bis zur Mitte des 19ten Jahrhunderts – die unterschiedlichsten Wissenschaftler in diesem Zusammenhang tätig sind. 1792 veröffentlicht Luigi Galvani „*De Viribus Electricitatis*“ (Über die elektrischen Kräfte), eine Arbeit, der die berühmten Versuche an der Muskulatur von Froschenkeln vorangegangen waren. 1799/1800 wird die erste Dampfmaschine in Berlin in Betrieb genommen; Benjamin Thompson

gründet das Laboratorium für Chemie und Physik in London; Ritter gelingt die Elektrolyse des Wassers. 1801 baut George Trevithick die erste Dampflokomotive, die 1813 von George Stephenson entscheidend verbessert wird. Im Jahre 1804 entwickelt John Dalton die Fundamente seiner Atomtheorie, die die Chemie revolutionieren sollte. 1807 entdeckt Gay-Lussac die Unabhängigkeit der Freien Energie des Gases von seinem Volumen. 1814 entsteht die erste Straßengasbeleuchtung in London und Paris; 1816 findet sich in Freiberg in Sachsen die erste Deutsche Gasanstalt. 1820 entdeckt Ampere die Kraftwirkungen zwischen elektrischen Strömen; Biot, Ørsted und Savart weisen die magnetischen Wirkungen der elektrischen Ströme nach. Darauf baut 1821 das von Faraday entdeckte Grundprinzip des Elektromotors auf. Von wesentlicher Bedeutung sind die 1824 von Sadi Carnot vorgenommenen Berechnungen des Wirkungsgrades von Wärmekraftmaschinen (Carnot'scher Wirkungsgrad). 1825 begründet Justus Liebig in Gießen den modernen Chemieunterricht und richtet das erste Labor ein (Abb. 2). 1827 formuliert Ohm das nach ihm benannte Ohm'sche Gesetz für den Widerstand metallischer Leiter. Friedrich Wöhler gelingt 1828 die Harnstoffsynthese und Robert Brown entdeckt die Brown'sche Molekularbewegung. 1843 schließlich veröffentlicht Julius Robert Mayer seine Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur, eine Veröffentlichung, auf deren Erscheinen Justus Liebig entscheidenden Einfluß hat. 1848 – in Liebigs Biographie das Jahr des Fleischextraktes – veröffentlicht Hermann Helmholtz über die Erhaltung der Kraft und Gustav Kirchhoff formuliert die Gesetze für den Widerstand elektrischer Leitersysteme und deren Erwärmung durch elektrischen Strom. 1850 schließlich begründen Rudolf Clausius und William Thompson bereits den zweiten Hauptsatz der Wärmelehre, bis 1857 schließlich die Entwicklung der kinetischen

molekularen Gastheorie durch Rudolf Clausius, August Karl Krönig und William Thompson ihren Abschluß findet.

Diese Aufzählung läßt ohne weiteres erkennen, daß die Zeit, in der Justus Liebig arbeitet und lehrt, insgesamt gesehen eine sehr fruchtbare wissenschaftliche Zeit ist, die mit der zunehmenden Industrialisierung und Technisierung der europäischen Gesellschaften einhergeht. Wissenschaftler unterschiedlichster Fakultäten beschäftigen sich europaweit mit den verschiedenen Formen der Energie, so daß die Erkenntnis über die Erhaltung der Energie und das Auftreten verschiedener Energieformen sozusagen wie eine Frucht am Baume zu pflücken ist.

In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß die Wissenschaftler damals über die verschiedenen naturwissenschaftlichen Fakultäten hinweg im regen Austausch stehen. Dieser Austausch wird durch zahlreichen Briefverkehr, durch Vortagsreisen und durch Veröffentlichungen in den Annalen

der Physik, der Chemie und der Pharmazie befördert. Die Wissenschaftler jener Zeit sind eher universell arbeitende Forscher und profitieren daher umfassend von den Erkenntnissen benachbarter Fakultäten. Daß beispielsweise Elektrizität etwas mit Bewegung (Galvani, Faraday), mit Magnetismus (Örsted), mit Erwärmung (Ohm) und mit der Stabilität chemischer Verbindungen (die Ritter'sche Elektrolyse des Wassers) zu tun hat, ist Liebig seit seinen Pariser Studienzeiten geläufig. In Paris hat Liebig Naturwissenschaften studiert (1823). Außer den chemischen Vorlesungen belegt er Physik bei Biot und Laplace sowie Mineralogie und Zoologie. Damals wird bereits die Grundlage für die später formulierte umfassende Erkenntnisleistung Justus Liebig's gelegt. Liebig schreibt: *„Ich erkannte, oder richtiger vielleicht es dämmerte in mir das Bewußtsein, daß nicht allein zwischen zweien oder dreien, sondern zwischen allen chemischen Erscheinungen in dem Mineral-, Pflanzen- und*

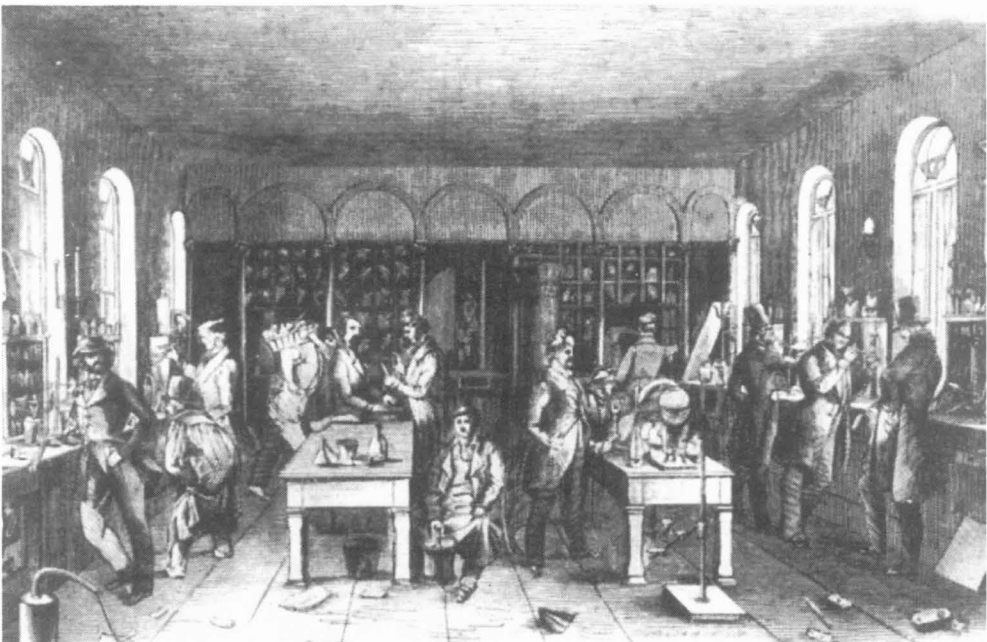


Abb. 2: Liebig's chemisches Laboratorium

Tierreich ein gesetzlicher Zusammenhang bestehe; daß kein Alleinstand, sondern immer verkettet mit einer anderen und sofort alle miteinander verbunden und daß das Entstehen und Vergehen der Dinge eine Wellenbewegung in einem Kreislauf sey.“ Auf Vorschlag Alexander von Humboldts ernannt der Großherzog von Hessen, ohne die Fakultät vorher zu befragen, durch Decret vom 26. Mai 1824 Justus Liebig zum außerordentlichen Professor an der Landesuniversität in Gießen. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse auf den Gebieten der Chemie und der Agrarwissenschaften sind in zahlreichen Biographien über Justus Liebig bereits ausführlich dargestellt und gewürdigt worden. An dieser Stelle soll daher auf die damaligen Arbeitsmöglichkeiten und die Umweltsituation in Gießen im Vergleich zu heute eingegangen werden.

Die Entwicklung der Energieversorgung und der Umweltsituation in Gießen

Die Entwicklung einer Bevölkerung läßt sich sinnvollerweise an der Bevölkerungszahl, am Energieverbrauch und an der Industrieproduktion pro Kopf ablesen. Den ab 1530 vorgenommenen statistischen Erhebungen der Stadt Gießen über die sogenannte Zollabrechnungsbevölkerung läßt sich entnehmen, daß zum Beispiel 1837 8133 Einwohner und 1843 8843 Einwohner in Gießen gelebt haben. In dieser Zeit beginnt die Weltbevölkerung ihr exponentielles Bevölkerungswachstum, das durch die Agrarreform Mitte des 19ten Jahrhunderts ausgelöst wird. 1840 liegt die Weltbevölkerung bei ca. 900 Millionen Menschen. Die Landwirtschaft jener Zeit liefert einen Getreideertrag von ca. 12 dt/ha. Nicht zuletzt durch die Arbeit Justus Liebigs sind beide Größen miteinander verknüpft, wie die Geschichte gezeigt hat.

Die Energieversorgung zu Zeiten Justus Liebigs beruht im wesentlichen auf der Bereit-



Abb. 3: Die Meilervorkohlung

stellung von Holzkohle, die im nahen Gießener Stadtwald von Köhlern bereitet wird (Abb. 3). Die Retorten und Herde im chemischen Laboratorium werden mit Holzkohle beheizt. In einer Rechnungsprüfung von 1827 finden sich die Einzelposten: für drei Wagen Kohlen 25 Gulden 12 Kreuzer und für zwei Klafter Holz 24 Gulden. Naumann beschreibt in seinem Festvortrag zur Jahrhundertfeier des Geburtstages Justus Liebigs am 12. Mai 1903 die Einrichtung des Liebig'schen Labors: *„Inmitten des eigentlichen Laboratoriums an der Säulenhalle war 1828 nach der Angabe des Physikers Schmidt ein großer Herd für allerlei Zwecke errichtet worden, dessen Nützlichkeit für bessere Nutzung des Raumes durch eine größere Anzahl von Praktikanten Liebig noch 4 Jahre später gepriesen hat in einem Gesuch um Erweiterung des chemischen Laboratoriums. Es bleibt ewig zu bedauern, daß dieser Herd sofort nach dem Überzuge des chemischen Laboratoriums in den Neubau im Herbst 1888 herausgebrochen und als altes Eisen verkauft worden ist berufs schleuniger Schaffung einer vorläufigen Unterkunft der Hygiene. Wäre der ursprüngliche Hauptarbeitsraum, vorn an dem offenen*



SALZHAUSEN

„...viele kommen wieder“

- Romantisches Biedermeierheilbad
- Ruhig und waldreich
- Ideal für Urlaub und Kur
- Heilanzeigen
RHEUMA – HERZ – NERVEN – KREISLAUF
ATEMWEGE
- Kurmittel- und Fangohaus
- Therapiebecken für spezielle Rheumabehandlung



SOLE- BEWEGUNGSBAD

hält jung und alt
gesund und fit!

Täglich geöffnet
Tel. 0 60 43/5 63



SALZHAUSEN

„...viele kommen wieder“

Marktnah · Leistungsstark
Zukunftsorientiert

Der Weg zu Ihrem Wunschbad

führt durch unsere
Fachausstellung

Bad - Küche - Heizung

Hier finden Sie Traumbäder und Küchen
in großer Auswahl und Vielfalt.

Wir haben jeden

1. Sonntag im Monat

von 10 - 18 Uhr geöffnet.

(Keine Beratung, kein Verkauf)

Ringel

**Die leistungsstarke
Unternehmensgruppe**

**A. Ringel & Sohn GmbH & Co. KG
6307 Linden b. Gießen**

**Koch & Baldes GmbH & Co. KG
6380 Bad Homburg v.d.H.**

**Walther A. D. Levering GmbH
6430 Bad Hersfeld**

**Sanitär-, Heizungs- und Metallhandels GmbH
5800 Gotha**

Ringel

BAD KÜCHE HEIZUNG

35440 Linden
Tannenweg 50-54
Tel. (0 64 03) 6 07-0

Unser Partner ist das Fachhandwerk

*Säulenvorbau, wohin die später namhafte-
sten Chemiker unter Liebig gearbeitet ha-
ben, erhalten geblieben nebst diesem Herd
mit Feuerungen, Sandbad, wunderbarem
mitten durch die Decke geführttem Schlot aus
Eisenblech, mit dem Kessel in einer Ecke,
der für eine große Glasretorte als Sandbad
diente zur Abdestillation von reiner Salzsäu-
re und Salpetersäure, mit dem Kalilaugekes-
sel daneben und anderen Dingen, so hätte
sich ein lehrreiches Liebigmuseum herstel-
len lassen zur Erkennung der früheren Hilfs-
mittel, mit welchen die Chemie in ihrer
Kindheit gearbeitet hat, ohne Heizgas und
Leuchtgas, auf Holzkohle und Brennspritus
angewiesen, und ohne die Reagenzien fertig
aus Fabriken beziehen zu können.“* In den
Hauptstädten Europas hat sich die Gasbe-
leuchtung und die Verwendung von Gas als
Heizmedium bereits durchgesetzt. In Gießen
sollte es bis 1856 dauern, bis dieser heute
noch maßgebliche Energieträger erstmals
eingesetzt wurde. So sind nicht nur Justus
Liebig, sondern die gesamte Gießener Be-
völkerung auf die Bereitstellung von Holz
und Holzkohle als Energieträger angewie-
sen.

1990, 150 Jahre später, leben in der Stadt
Gießen ca. 74 000 Menschen in ca. 40 000
Wohnungen. Als Energieträger stehen der
damals in den Kinderschuhen befindliche
elektrische Strom, das Erdgas anstelle des
Stadtgases, das Heizöl, Treibstoffe sowie
Fernwärme zur Verfügung. Der Energie-
verbrauch der Gießener Bevölkerung läßt
sich weder für 1840 noch für 1990 detail-
genau ermitteln, da die entsprechenden Bi-
lanzierungsmethoden hierfür nicht vorhan-
den sind. Seitens der Stadtwerke Gießen
kann für 1990 lediglich der Stromverbrauch,
der Verbrauch an Erdgas sowie die Fernwär-
mebereitstellung angegeben werden. Der
Verbrauch an Heizöl und an Treibstoffen im
Bereich der Stadt Gießen wird hingegen
nicht exakt erfaßt. Gut bekannt sind hinge-
gen aufgrund bundesweiter Statistiken die

spezifischen Verbrauchsdaten pro Person
bezogen auf verschiedene Energieträger.
Der Primärenergieverbrauch lag 1990 für
die alten Bundesländer bei knapp 400 Mil-
lionen t SKE; dies bedeutet pro Kopf ca.
6,5 t SKE oder 200 GJ. Mit diesem Primär-
energieverbrauch sind sämtliche Ver-
brauchsbereiche (Industrie, Haushalte, Ver-
kehr, Landwirtschaft, Handel und Gewerbe,
Militär) abgedeckt. Über den spezifischen
Energieverbrauch pro Person im Jahre 1840
liegen keine Unterlagen vor. Diese Größe
läßt sich annähernd nur durch einen Ver-
gleich mit Entwicklungsländern der heuti-
gen Zeit abschätzen, die auf einer ähnlichen
Industrialisierungsstufe stehen wie 1840
hier. Daraus ergibt sich für die Zeit um 1840
ein geschätzter Energieverbrauch pro Person
und Jahr in Höhe von ca. 25 GJ. Verknüpft
man die Daten zur Bevölkerungsentwick-
lung (Faktor 10) und zum spezifischen Ener-
gieverbrauch (Faktor 8), so ergibt sich nähe-
rungsweise ein Wachstum des Gesamtener-
gieverbrauchs der Stadt Gießen mit dem
Faktor 80 in 150 Jahren.

Genauere Daten liegen über die Industrie-
produktion und die Kohlendioxidkonzentra-
tion in der Atmosphäre als kennzeichnende
Größen auch des Energieverbrauchs vor. Die
Industrieproduktion lag damals bei ca. 400
Dollar pro Kopf, während sie heute Werte
um 5 000 Dollar pro Kopf erreicht. Die Koh-
lendioxidkonzentration ist von 285 ppm im
Jahre 1840 auf 370 ppm im Jahre 1990 ge-
stiegen. Dabei ist bekanntlich die Kohlendi-
oxidkonzentration ein zeitverzögerter An-
zeiger des Verbrauchs an fossilen Energie-
trägern der Menschheit. Liebig hat bereits
den Sauerstoff- und Kohlenstoffgehalt der
Luft untersucht. Er kommt zu der Aussage:
*„Gleichwohl nimmt der Sauerstoffgehalt der
Luft nicht ab, und die genauesten Bestim-
mungen weisen darauf hin, daß ihr Gehalt
an Kohlensäure jedenfalls nicht anwächst.
Die gemeinsame Ursache dieser beiden Er-
scheinungen ist der Lebensprozeß der Vege-*

tabilien.“ Und weiter: *„Die Frage nach dem Ursprung des Kohlenstoffs der Pflanzen hängt innig zusammen mit der nach der Ursache der stets gleichbleibenden Zusammensetzung der Luft, die Kohlenstoff nur in der Form von Kohlensäure enthält. Tiere und Menschen verbrauchen Sauerstoff, ebenso jeder Verbrennungsprozeß, und für den entzogenen Sauerstoff wird der Luft ein gleiches Volumen Kohlensäure zugeführt.“*

Liebig drückt sich vorsichtig aus, was die Konstanz der Zusammensetzung der Luft angeht. Dies kann man darauf zurückführen, daß er im Prinzip weiß, daß die Gleichgewichte durch den Lebens- und Verbrennungsprozeß verschoben werden, wobei die Veränderungen der Atmosphäre im Verhältnis zum Gesamtinventar an Kohlenstoff sehr klein sind. Diese Erkenntnisse entstammen dem Arbeitsgebiet der Pflanzenchemie, dem Liebig viele Jahre widmet. Auch in der Tierchemie finden sich Hinweise auf die Kohlenstoff- und Sauerstoffbilanzen, wobei zusätzlich energetische Erkenntnisse hinzukommen. In der ersten Auflage der Tierchemie geht Liebig auf die Quelle der für die Bewegung im Tierkörper nötigen mechanischen Kraft näher ein und formuliert gleichzeitig die Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe des Körpers. Speziell die hier beschriebenen Untersuchungen der sauerstoffbindenden Prozesse im Blut weisen darauf hin, daß dem Chemiker Liebig die Beziehung zwischen dem Energiehaushalt dieser chemischen Reaktionen und der Bewegung (kinetische Energie) geläufig sind. Zahlreiche Blut- und Wasseruntersuchungen führen zu dieser Erkenntnis: *„Alle diese Beobachtungen zusammengenommen führen zu der Meinung, daß die Blutkörperchen des arteriellen Bluts eine mit Sauerstoff gesättigte Eisenverbindung enthalten, ... eins der Oxidationsprodukte, welches hierbei gebildet wird, ist Kohlensäure.“*

Das hier formulierte umfassende Verständnis zwischen der chemischen Reaktion ei-

nerseits und den energetischen Prozessen andererseits ist der Schlüssel dazu, daß Justus Liebig dafür sorgt, daß am 31. Mai 1842 in den Annalen der Chemie und Pharmacie der Heilbronner Arzt Julius Robert Mayer seine *„Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur“* veröffentlichen darf.

Robert Mayer und die Erhaltung der Energie

Robert Mayer gehört als praktischer Arzt sicherlich nicht zur „scientific community“ der damaligen Zeit. Vielmehr fährt er als Schiffsarzt zur See, um, wie er selbst schreibt, *„einem längst gehegten Plane gemäß die Welt auch im Großen zu sehen“*. Zwei entscheidende Beobachtungen führen ihn zur Formulierung des Gesetzes der Erhaltung der Energie. Die eine ist eine medizinische: Beim Aderlaß eines Fieberkranken auf Java bemerkt er, daß das Blut hellrot ist. Er untersucht dies und stellt fest, daß das venöse Blut der Menschen in den Tropen viel heller ist als in Europa. Offenbar hat das Blut weniger Sauerstoff abgegeben als in kälteren Gegenden. Der Stoffwechsel ist reduziert, weil weniger Energie benötigt wird, um die normale Körpertemperatur aufrecht zu erhalten. Die zweite Erkenntnis beruht auf der Beobachtung eines Steuermanns: Das Meer ist nach einem Sturm immer wärmer als vorher. Robert Mayer führt dies darauf zurück, daß die sturmbelegten Wellen durch die Aufzehrung der Reibungsenergie das Meer erwärmen.

Beide Beobachtungen führen Robert Mayer zu der Erkenntnis, daß *„jenes körperlose Etwas“*, das er noch Kraft nennt, *„der Materie darin gleicht, daß man es zwar verwandeln, aber nicht zerstören kann“*. Energiearten sind sozusagen verschiedene Währungen, die man ineinander umrechnen kann. Robert Mayer berechnet das mechanische Äquivalent der Wärme und legt seine Erkenntnisse in einer wissenschaftlichen Abhandlung nie-

der. Diese verschwindet im Schreibtisch eines Berliner Fachredakteurs. Daraufhin überarbeitet Mayer seine Darlegung und bietet sie den „*Annalen der Chemie und Pharmacie*“ in Heidelberg zur Publikation an. Deren Redaktion liegt glücklicherweise in den Händen Justus Liebig's. Der Chemiker erkennt unmittelbar, daß die hier niedergelegte Erkenntnis des in der Wissenschaft weithin unbekannten Arztes von fundamentaler Bedeutung ist und gibt seine „*Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur*“ in Druck.

„*Kräfte sind Ursachen*“ und „*Ursachen erzeugen Wirkungen*“. So formuliert Robert Mayer die zentralen Aussagen zum Thema der Energieerhaltung. Den selben Wortlaut finden wir im zu Anfang dargestellten Vortrag Justus Liebig's „*Über die Metamorphose der Kräfte*“. Auch das von Liebig benutzte Beispiel des 10 Pfund schweren Hammers findet bereits seine Grundlage in der Mayer'schen Veröffentlichung.

Über die Beweggründe, die Justus Liebig zur Annahme der Mayer'schen Veröffentlichung geführt haben, finden sich keine Aufzeichnungen. So kann nur vermutet werden, daß Liebig frei genug war, das Neue an Mayers Gedanken in Analogie zu seinem eigenen Arbeitsgebiet zu verstehen. Analogie deshalb, weil es Liebig selbst klar ist, daß zwischen allen *chemischen* Erscheinungen ein gesetzlicher Zusammenhang bestehe. Daher ist er sicherlich offen für die Erkenntnis, daß ebenso zwischen allen *energetischen* Erscheinungen ein gesetzlicher Zusammenhang bestehe. Energie wie Materie sind unzerstörbar, aber umwandelbar. So schreibt Robert Mayer: „*Ursachen sind (quantitativ) unzerstörliche und (qualitativ) wandelbare Objekte.*“ Diese Eigenschaften werden im damaligen Weltbild sowohl der Materie als

auch der Energie zugemessen. Erst Einstein findet die Korrelation auch zwischen Energie und Materie und legt damit den Grundstein der wissenschaftlichen Moderne.

Schlußbemerkung

Moderne Schlagwörter wie z.B. Energiedienstleistung statt Energieversorgung, Energiemanagement und Effizienzrevolution, Exergiediagramme und Least Cost Planning finden ihr wissenschaftliches Fundament in Veröffentlichungen und Forschungsarbeiten, die teilweise mehr als 150 Jahre alt sind. Der Anstieg der Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre etwa darf nicht überraschen, wenn man bereits damals formulierte Erkenntnisse zugrunde legt. Damals schon ist die Erkenntnis vorhanden, daß Energie zwar unzerstörbar ist, sich aber aus „wertvollen“ Energieträgern in „wertlose“ Wärme auf Umgebungstemperaturniveau umwandelt. Von der Befassung mit dem Energiehaushalt als Gegenstand der Wissenschaft bis zur Bearbeitung des Themas „Haushalten mit Energie“ ist es nur ein kurzer, aber entscheidender Schritt. Aus dieser Erwägung heraus befaßt sich die Professur für Haushaltstechnik der Justus-Liebig-Universität in Gießen nicht nur mit der Technik des Haushalts, sondern eben auch mit der Technik des Haushaltens. In diesem Sinne wird angestrebt, aus der Geschichte der Wissenschaft und aus der Beobachtung der Technik- und Umweltentwicklung heraus auch die Inhalte der eigenen wissenschaftlichen Tätigkeit zu definieren.

Ich bedanke mich bei Frau Dipl. oec. troph. Judith Grehn für die maßgebliche Unterstützung bei der Beschaffung und Auswertung der historischen Literatur.